

Bilan de la deuxième période d'élevage du Silure Glane (*Silurus glanis*) en condition tropicale et en circuit recyclé. (Collaboration Ifremer Palavas / Les viviers de la Castillonne).

E. Gasset/ A. Rotureau/ L. Sabarich./ J.P. Blancheton/ Septembre 2002.

Rappel objectifs

L'objectif de cet essai est de définir les conditions de la faisabilité biotechnique de l'élevage du silure glane en système recyclé intensif à température contrôlée.

Détermination des principaux paramètres caractéristiques du fonctionnement métabolique et de la qualité de la chair du silure glane élevé dans ces conditions.

Etablissement des conditions nécessaires au bon fonctionnement du système de recyclage compte tenu des exigences et performances de ces animaux à croissance très rapide.

Rappel des conditions d'élevage

L'installation et les conditions environnementales

L'installation utilisée est la salle expérimentale grand volume (salle 2T). Elle comporte deux bassins d'élevage d'un volume 10 m³ utile, équipés de piège à particules. La boucle de traitement de l'eau se compose d'un filtre mécanique, d'une colonne de dégazage CO₂, d'une régulation de température, d'un réacteur UV, d'un filtre biologique et d'un système de suroxygénation.

Les différents paramètres contrôlés sont listés ci-dessous :

- La température : Elle est fixée à 26°C +/- 1,
- La salinité : Elle est nulle, l'eau utilisée est l'eau douce du réseau,
- Le pH : Il est maintenu entre 7.0 et 8,
- Le CO₂ : Il est maintenu inférieur à 20 mg/l,
- L'Azote Ammoniacal Total (N-NH₄) : il est maintenu inférieur à 2 mg/l,
- L'Azote nitreux (N-NO₂) : il est maintenu inférieur à 0.5 mg/l,
- L'Azote nitrique (N-NO₃) : Il sera maintenu inférieur à 100 mg/l,
- La photopériode : 4 heures de jour par 24 heures,
- L'oxygène bassin : un minimum de 80% de la saturation est maintenu en sortie des bassins d'élevage,
- L'oxygène filtre biologique : Une concentration de 5 mg/l est maintenu en sortie de filtre biologique,
- Le renouvellement du circuit : La quantité d'eau neuve sera calculée en fonction de l'alimentation, de façon à obtenir un ratio « m³ eau neuve/ kg d'aliment » qui se situe entre 0.5 et 1.

Les animaux

Ils ont été produits par « les Viviers de la Castillonne » au cours du mois de février et transportés après tri (queue de lot écartée) par camion à la station de Palavas le 3 avril.

A l'issue d'une première période d'élevage de 55 jours, du 3 avril au 28 mai (confère Bilan de la première période d'élevage du silure glane en condition tropicale et en circuit recyclé) les deux lots sont triés et une recombinaison permet d'homogénéiser les deux populations (tableau 1).

Tableau 1 : Structure de la population à la fin de la première période et au début de la deuxième période.

Périodes	Bassin A	Bassin B
Fin première période	334 animaux de 183 g (C.V. =30%)	887 animaux de 128 g (C.V. =39%)
Début deuxième période	587 animaux de 225 g (C.V. = 22%)	537 animaux de 115 g (C.V. = 20%)

Résultats

Les paramètres environnementaux

Cette période se caractérise par une température d'élevage supérieure à l'optimum pour le silure. La température moyenne est de 28 °C, avec comme le montre la figure 1, des périodes proches et supérieures à 30°C. A la fin de la période (jour 68) la mise en service d'une régulation froid permet de revenir des températures plus favorables proches de 26°C.

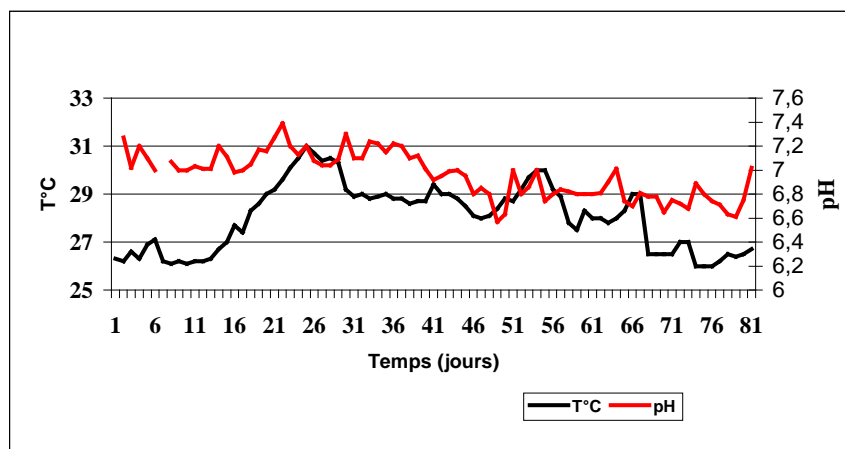


Figure 1 : Evolution de la température et du pH

Le pH moyen est proche de 7 et montre une tendance à décroître avec le temps. En fin de cette période la valeur moyenne est de 6.7 et un apport de soude (NaOH) est effectué dans le circuit quelques heures par jour.

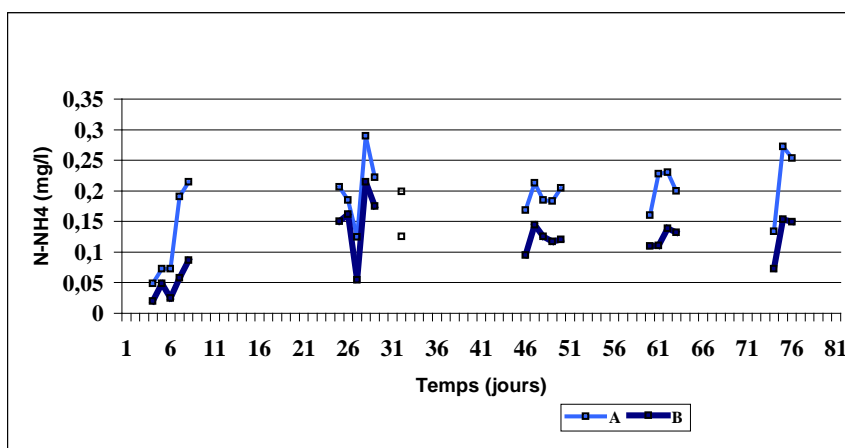


Figure 2 : Evolution de N-NH4 dans les bassins

La figure 2 représente le niveau de N-NH4 en sortie des 2 bassins qui atteint des valeurs de 0.18 et 0.12 mg/l en moyenne sur la période.

Le débit d'eau de chaque bassin est de 13 m³/h (de 8 à 15) en moyenne pour le bassin A et 11 m³/h (de 8 à 13) pour le bassin B. Ce débit d'eau suroxygénée permet de maintenir des valeurs d'oxygène proches de 6.5 mg/l dans les bassins.

Le débit d'eau neuve de renouvellement du circuit est en moyenne de 7m³/j, et a évolué de 4 à 10 m³/h en fonction de la quantité d'aliment distribuée.

Croissance

La croissance des deux lots au cours de cette deuxième période d'essai de 81 jours est présentée sur la figure 3 Les animaux de 186 jours (depuis l'éclosion) atteignent donc un poids moyen d'environ 1200g pour la tête de lot et 650g pour le lot médian.

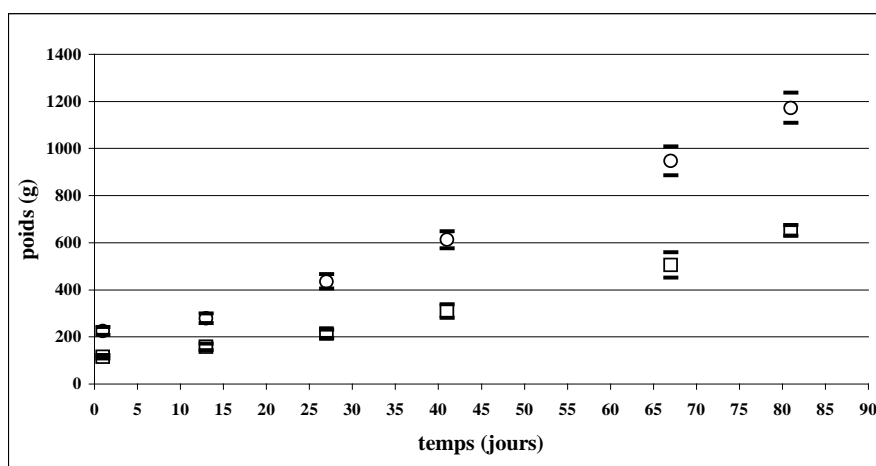


Fig. 3 : Croissance des Silures au cours des 81 jours d'élevage.

La figure 4 montre l'évolution de croissance des différentes espèces (Loup, Ombrine) élevées dans notre système recyclé à températures estimées optimales à partir d'un poids moyen de 220g pour une même durée d'élevage.

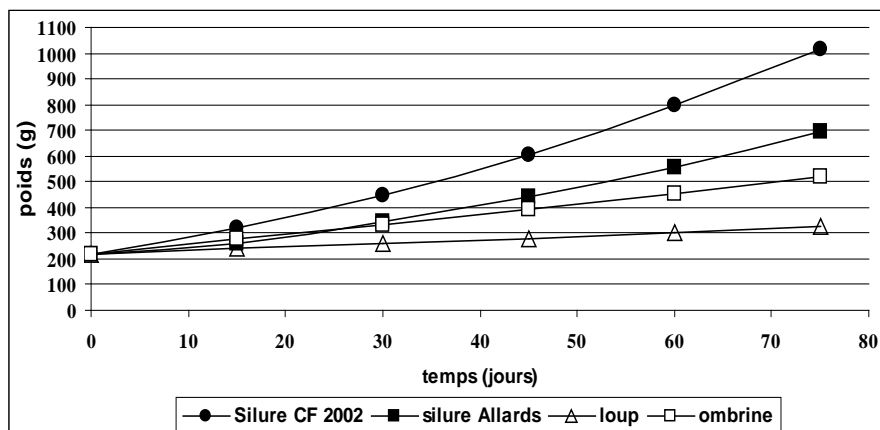


Figure 4 : Croissance comparée entre le Silure et différentes espèces.

La croissance moyenne obtenue sur les silures (1000g) est nettement supérieure à celle obtenue sur l'Ombrine tropicale (520g) et sur le Loup (320g) élevés dans le même système d'élevage.

Cette croissance comparée à celle obtenue par Allard (Cemagref, 88), qui représente notre témoin de croissance en eau chaude (circuit ouvert) montre un écart de 30% en faveur de nos conditions d'élevage.

Performances des animaux

Ces performances sont présentées de façon globales sur les 81 jours d'élevage dans le tableau 2.

Tab. 2 : Performances moyennes des animaux

	Bassin	A	B
	Période	du 31/05 au 20/08	
durée	(jours)	81	
T°C	°C	28	
poids moyen	(g)	de 225 à 1172,5	de 115 à 652
CV	(%)	de 21,8 à 18,5	de 20 à 33
nombre morts	(n)	51+40	140+29
Sortie d'animaux	(n)	5	0
aliment Qualité		eco15-n°6 et 8	eco15-n°4,5 et 6
aliment Quantité ingérée	(kg)	412,57	204,2
eau neuve total	m3	557,9	557,9
Résultats			
nombre	(n)	de 587 à 455	de 537 à 364
biomasse	(kg)	de 132 à 533	de 62 à 237
biomasse moyenne	(kg)	333	150
gain de biomasse	(kg)	401	175
charge	(kg/m3)	de 13 à 53	de 10 à 24
densité	(nb/m3)	de 59 à 46	de 54 à 36
survie	(%)	77,5	67,8
I.C.A.		1,0	1,2
T.A.J.	(%bio/j)	1,5	1,7
T.C.J.	(%bio/j)	2,0	2,1

La transformation alimentaire est tout à fait remarquable avec un indice de conversion alimentaire (ICA) compris entre 1 et 1.2. Cet ICA est obtenu avec un taux d'alimentation journalier (TAJ) moyen de l'ordre de 1.5 % de la biomasse par jour, ce qui est conforme aux informations du fournisseur d'aliment (Biomar, Gamme ECOLIFE 15) pour cette gamme de poids et pour les températures enregistrées (période à 29/30°). Le nourrissage des animaux par distributeurs automatiques programmés sur une période de 24 heures, avec 20 heures de faible intensité lumineuse, permet donc d'obtenir des résultats tout à fait intéressants sur cette espèce. Les taux de croissance obtenus évoluent avec le poids moyen des animaux (puissance négative du poids) et représentent en moyenne 2 % de la biomasse par jour.

Mortalité

Les survies calculées dans le tableau 2 (68 et 77%) demandent à être précisées. En effet, en début de cette période d'élevage un incident technique (mauvais montage d'une pompe) entraîne sur les deux bassins une mortalité par sursaturation gazeuse. Cette mortalité spécifique représente 56 % (51 sur 91) de la mortalité du bassin A et 83 % (140 sur 169) de la mortalité du bassin B. La mortalité relevée sur les 81 jours d'essai (hors accident) se situe donc entre 5 et 8 % de la population.

L'observation de cette mortalité montre qu'elle est différente en fonction du bassin. Sur le bassin A (tête de lot) les animaux sont en général sortis du bassin alors qu'ils présentent des troubles de comportement natatoire et un abdomen hypertrophié. Des analyses de ces individus sont en cours (SAVU). Par contre sur le lot B, les animaux morts sont toujours inférieurs au poids moyen du lot, et font donc partie de la queue de lot de la population présente dans les bassins mais ne montrent pas de lésions spécifiques de cannibalisme.

Evolution de l'hétérogénéité des lots

La première période d'élevage avait permis de mettre en évidence une mortalité importante liée au cannibalisme. Le tri et l'homogénéisation des populations (CV de l'ordre de 20 %) effectués ont permis d'éradiquer complètement ce phénomène sur la totalité de la deuxième période. Le comptage final à l'issue de cette période effectué sur le bassin B, montre qu'aucune disparition d'animaux imputable au cannibalisme n'est enregistrée.

L'évolution du coefficient de variation pondéral (figure 5) obtenu lors des échantillonnages montre une tendance différente en fonction du lot. Sur le lot A, il reste stabilisé très proche de sa valeur de départ (20 %) alors que sur le lot B, il a tendance à augmenter régulièrement pour atteindre 33 % en fin de période ou toute la population est pesée individuellement.

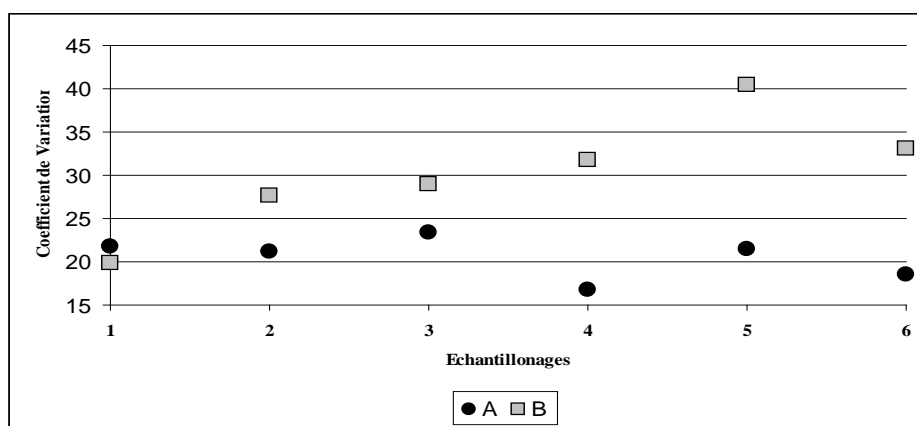


Fig. 5 : Evolution des coefficients de variation pondéral au cours des 81 jours d'élevage

L'histogramme présenté sur la figure 6 montre la répartition par gammes de 100g des deux lots lors du dernier échantillonnage (CV de 18.5 et 33 %) de cette période.

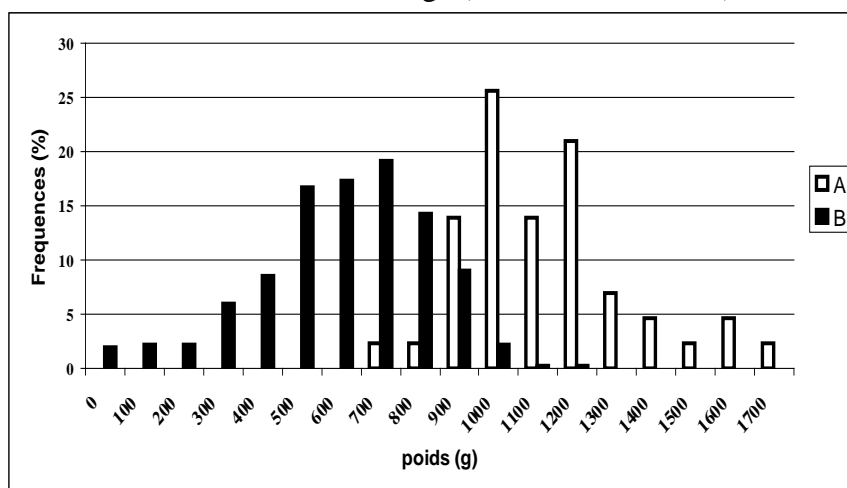


Fig. 6 : Histogramme de fréquence des poids après les 81 jours d'élevage (20/8/02)

Excrétion dissoute des animaux

Les figures 7 et 8 présentent cette excrétion en fonction du poids des animaux.

Chaque point représente la moyenne de 5 jours de prélèvement (1 point par jour). L'observation des valeurs de N-NH₄ montre qu'à partir de 400g de poids moyen, l'excrétion est stable aux alentours de 130 mg de N-NH₄ par jour et par kg de biomasse. Avant ce poids,

deux valeurs (entourés sur le graphe) sont nettement supérieures aux autres et peuvent être semble-t-il reliées aux conditions thermiques de la période de prélèvement de cette série de données. En effet, la température moyenne au cours de la semaine considérée est de 30,6°C soit 3° supérieure à la moyenne de la période totale. Au cours de cette période un des deux bassins présente également un indice de conversion alimentaire plus élevé que la moyenne. L'urée décroît avec l'augmentation du poids des animaux, entre 100 et 40 mg/j/kg de biomasse.

De façon globale, l'excrétion uréique représente donc en moyenne 23% de l'excrétion totale mesurée (N-NH₄+urée).

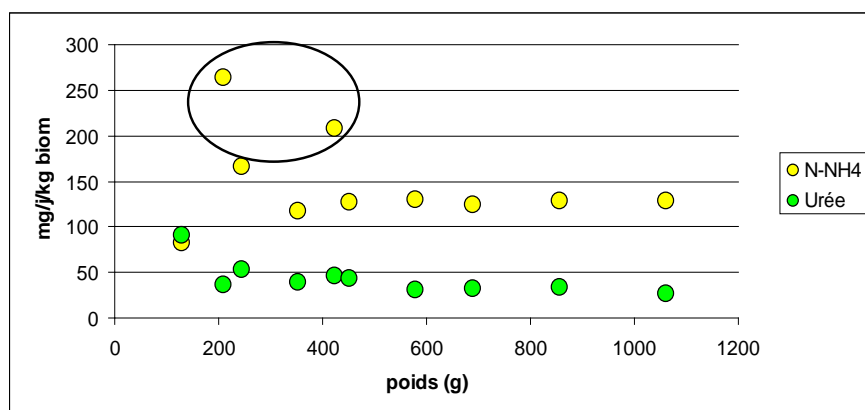


Figure 7 : Excrétion d'azote ammoniacal et d'urée par kg de biomasse en fonction du poids des animaux

La figure 8, qui exprime l'excrétion en fonction du poids mais par rapport à la quantité d'aliment, montre que l'excrétion de N-NH₄ semble être reliée avec le poids des animaux (rejets de plus en plus importants avec l'augmentation du poids) si l'on ne tient pas compte des 2 valeurs entourées. Les valeurs évoluent de 3g à 9g d'azote ammoniacal excrété par kg d'aliment ingéré pour des animaux entre 150 et 1110g.

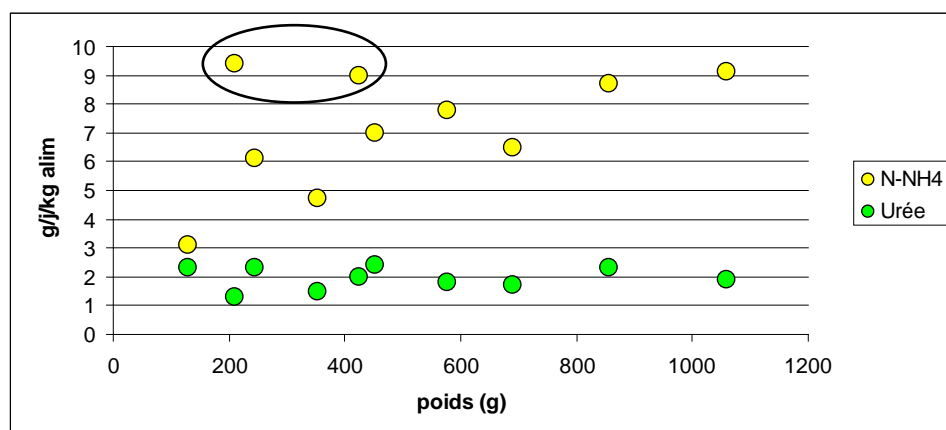


Figure 8 : Excrétion d'azote ammoniacal et d'urée par kg d'aliment en fonction du poids des animaux

L'urée excrétée ne présente pas d'évolution en fonction du poids, et reste stable autour de 2g par kg d'aliment ingéré.

Le taux de rejet (N-NH₄ excrété / azote ingéré) est de 10% en moyenne.

Performances du circuit

Le fonctionnement du circuit est analysé par un bilan maillon par maillon.

Le filtre mécanique : Le filtre tambour équipé d'une maille de $60\mu\text{m}$ (1.8 m^2), est nettoyé en permanence en fonction de son encrassement. Le volume total d'eau utilisé sur la totalité de la période est de 339 m^3 . L'évolution journalière est présentée sur la figure 9. En fin de période, la forte augmentation de ce volume est due à un développement de type bio-salissures sur les mailles de filtration, qui demandent alors un entretien plus important (démontage et bain de chlore et d'acide). Le contrôle quotidien du volume de lavage doit permettre d'éviter cette dérive.

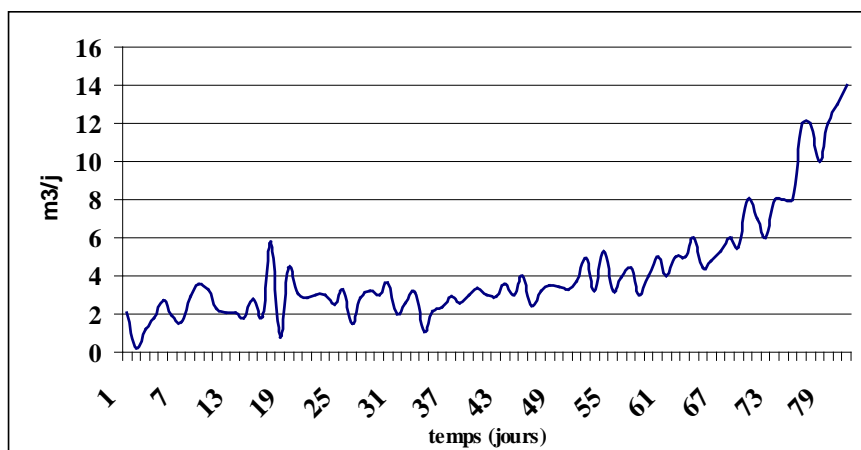


Figure 9 : Evolution du volume d'eau de lavage du filtre mécanique

Sur la totalité de la période et malgré une quinzaine de jour anormalement élevés, le volume de lavage reste faible car il représente 0.7% du volume filtré.

La colonne de dégazage : Son action sur l'élimination du CO_2 est présentée sur la figure 10. Aucune dégradation n'apparaît pour des concentrations inférieures à 10 mg/l , alors que la dégradation moyenne atteint 3 mg/l en moyenne pour une valeur de CO_2 située entre 10 et 15 mg/l en entrée de colonne. Compte tenu du débit circulant dans la colonne, la dégradation horaire est d'environ 85 g de CO_2 .

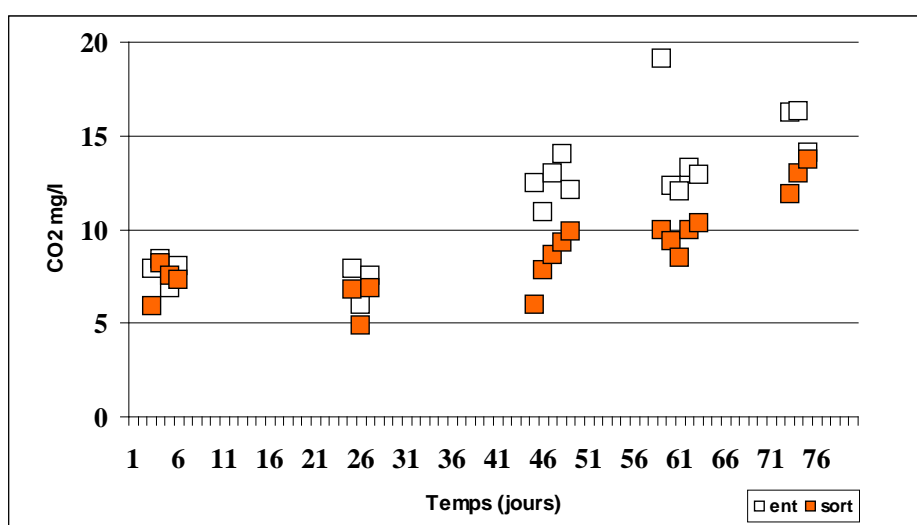


Figure 10 : Evolution du CO_2 en entrée et sortie de la colonne de dégazage

Le filtre biologique : Vu les concentrations en azote ammoniacal dans le circuit (fig.2) et donc dans le filtre biologique, la dégradation (dépendante de la concentration) moyenne de $N-NH_4$ est encore faible en valeur absolue. Elle est de l'ordre de 20g par jour et par m^3 de support bactérien (figure 11).

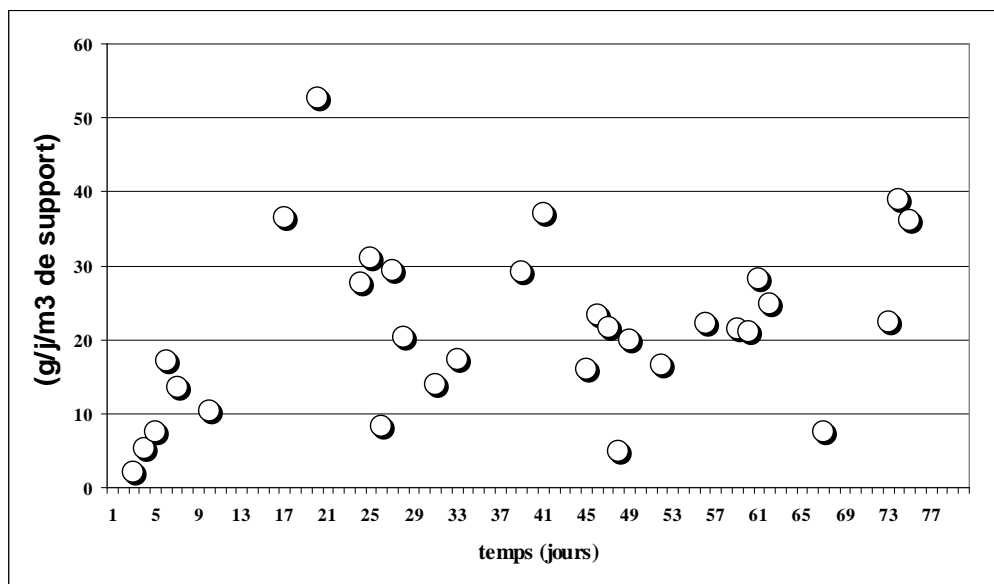


Figure 11 : Evolution de la dégradation de $N-NH_4$ dans le filtre biologique

L'oxygénation : Au cours de cette période, la régulation de l'oxygène dans les bassins est beaucoup plus efficace. Les valeurs moyennes en sortie de bassins se situent entre 6.5 et 8 mg/l. L'analyse des enregistrements des concentrations entrées et sorties des bassins permettra la définition de la consommation en oxygène des animaux.

La concentration moyenne en oxygène en sortie du filtre biologique est 6.33 mg/l. Le maintien de cette concentration ne nécessite pas encore d'apport d' O_2 en entrée de filtre.

Les rejets de la boucle : L'apport d'eau neuve est fixe depuis le début de cette période (300l/h), ce qui permet une évolution du ratio « eau neuve / aliment » (m^3/kg) de 1.2 à 0.6 soit un ratio global de 0.9. Le volume total d'eau neuve utilisé est donc de 558 m^3 .

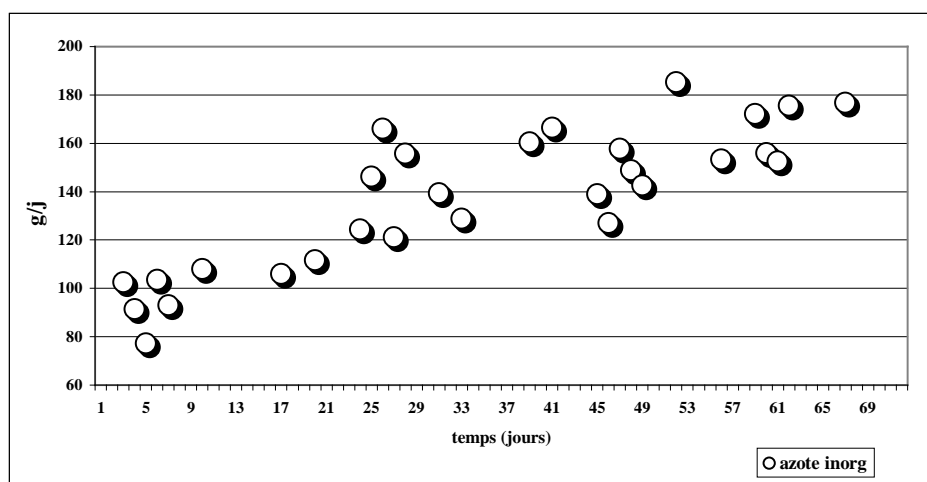


figure 12 : Rejets d'azote inorganique de la boucle

Avec ce niveau de fermeture, l'évolution des rejets dissous de la boucle sous forme d'azote inorganique ($N-NH_4 + N-NO_2 + N-NO_3$) est présentée sur la figure 12. Ces rejets évoluent avec le temps entre 80 et 180g/j.

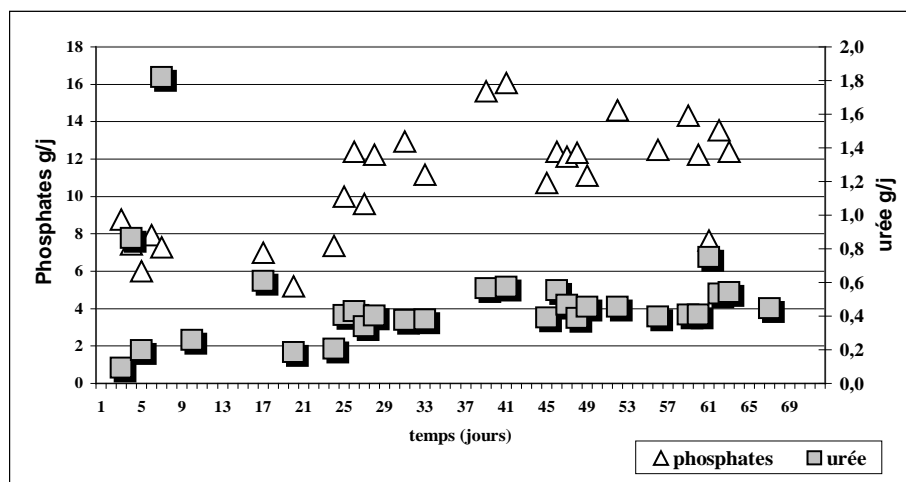


figure 13 : Rejets d'urée et de phosphates de la boucle

Les quantités d'urée et de phosphates rejetées (figure 13) par la boucle évoluent respectivement de 0,1 à 0,5g/j et de 6 à 14 g/j.

Suite de l'essai

Nouveaux cheptels après cette période

A l'issue de cette période, les lots sont réorganisés de façon à pouvoir accueillir une nouvelle population de silures dans le bassin B. Le lot A (tête de lot) reçoit donc la tête de lot du lot médian (lot B >700g). Le nouveau lot constitué dans le bassin A représente donc un cheptel de 621 animaux avec un poids moyen calculé aux alentours de 1080g. Le bassin B reçoit quant à lui 2590 animaux de 28g.

Points importants à quantifier

Des éléments importants dans le fonctionnement du système seront abordés :

- ❑ Performances des animaux: Confirmation des performances biologiques dans des conditions de charge plus intensives (nouveau lot) et tests de charges >100kg/m³ pour des animaux d'un poids supérieur à 1kg.
- ❑ Matières en suspensions : la quantification des MES (bassins et système) doit permettre de compléter les connaissances en terme de rejets et apporter des réponses sur le dimensionnement des moyens de traitement,
- ❑ Volume d'eau de lavage récupéré par le système : Quantifier la fraction du volume de lavage que récupère le circuit par rapport à celui qui se retrouve dans le rétentat du filtre mécanique.
- ❑ Excrétion dissoute sur animaux inférieurs à 400g : Compléter les premiers résultats dans une gamme de température plus proche de l'optimum. Elargir encore la gamme de poids des animaux.
- ❑ Bilan Oxygène : Analyse des enregistrements d'O₂ réalisés en continu.
- ❑ CO₂ : Poursuite de l'analyse de l'efficacité de la colonne de dégazage, et approche de la production de CO₂ par les animaux.
- ❑ Nitrification : Définir les cinétiques de dégradation de N-NH₄ dans des conditions de concentrations en N-NH₄ plus élevées.

Bibliographie

- Blancheton, J.P., 2000. Developments in recirculation systems for Mediterranean fish species. *Aquac. eng.*, **22**, 17-31.
- Blancheton, J.P., F. Gaumet., E.Gasset and M.Conte., 2001. Recirculation systems for mediterranean fish production: State of the art and prospects. Where is Aquaculture going in southern Europe ?, Abstracts of contributions presented at the Aquacultura International 2001 Conference, Verona, April 26 – 27, Book of abstracts, pp.30.
- Boujard,T., A. Gelineau, G., Corraze, S., Kaushik., E. Gasset., D. Coves and G. Dutto., 2000. Effect of dietary lipid content on circadian rhythm of feeding activity in European sea bass. *Physiol. Behav.*, **68**, 683-689.
- Gasset, E., C. Przybyla, J.-P. Blancheton (2001). Elevage de l'ombrine tropicale (*Sciaenops ocellata*) en circuit recyclé. IFREMER, Palavas-les-Flots, 37 p. rapport collaboration IFREMER/ARDA (Confidentiel)
- Anonyme, 1999. Qualité des juvéniles de Silure Glane produits en éclosérie-nourricerie. Effet des conditions d'élevage larvaire sur le niveau de stress physiologique. A.F.S.G.
- Ofimer et GEM, 2001. Etude de positionnement du Silure Glane dans le marché des filets de poisson blanc. Décembre 2001.
- Gilles S. et Dugué R. Manuel de production d'alevins du silure africain, *Heterobranchus longifilis*.
- Qiping G. et Yongzhi L., 2002. The biological characteristics of chinese catfish and its farming technique in pond.
- Boujard t., 1995. Diel rhythms of feeding activity in the european catfish, *Silurus glanis*. *Physiology and Behavior*, Vol 58, N° 4, pp. 641-645.
- Lemarié G. et Dutto G., 1995. Premiers résultats de l'élevage du Silure glane en circuit fermé à température constante et en eau saumâtre. Compte rendu sommaire.
- Allard J.Y., 1988. Elevage du Silure glane (*silurus glanis*) en eau chaude. Rapport de stage D.H.E.T. « Ichtyologie appliquée ». Cemagref, INP de Toulouse.
- Proteau J.P., Allard J.Y., Schlumberger O., Thollot T., 1988. Projet de création d'une unité de production de silures glane sur le site géothermique de la Castillonne (Hérault). CEMAGREF.
- Proteau J.P et Thollot T., 1988. Elevage intensif du silure glane en eau chaude. Premiers résultats de croissance obtenus sur le pilote expérimental. AQUA REVUE N° 21 octobre-novembre 1988.
- D'Aubenton F. et Spillman C.J., 1975. Le Silure *Silurus glanis* Linné (1758). *La pisciculture française* N° 44.
- Vallod D., 1987. Le Silure (*silurus glanis*). Publication de l'association pour le developpement de l'aquaculture. N° 16. Juin 1987.
- Aqua revue, 1995. Le silure. Le panorama des espèces aquacoles. N° 58, septembre 1995.
- Bruslé j. et Quignard J.P., 2001. Biologie des poissons d'eau douce européens. Collection aquaculture – pisciculture, pp. 48 à 60. Edition TEC et DOC.
- Anonyme, 2000. Compte rendu d'expérience d'un prégrossissement de silure (*silurus glanis*) en centre Vietnam. CEREMHER, 2000, 9p.
- Tocqueville A., 2001. Etude technico-économique de l'élevage du silure glane (*silurus glanis*) en France. AFSG, OFIMER, décembre 2001.

Delavaud, j.P., 1991. Production de silure en conditions contrôlées. Rapport de fin d'études, CNAM, avril à décembre 1991.

Proteau J.P., 1993. Synthèse des principaux travaux et expérimentations réalisés sur le Silure glane depuis 1987. Association Française Silure Glane, Cemagref. Avril 1993.